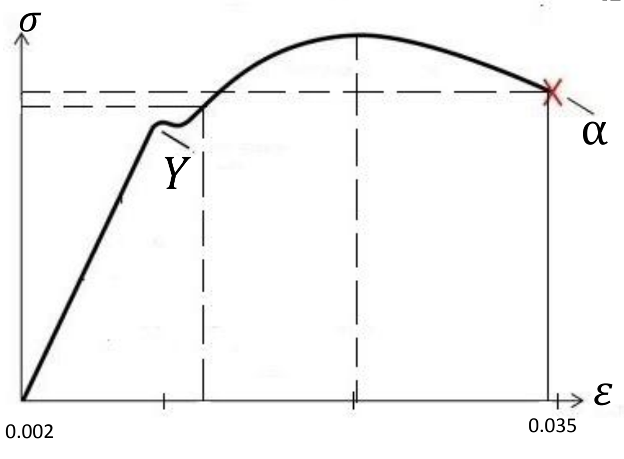
اختبارات الشد على المعادن

د.حسن هدلة

مسألة

لدينا المخطط الموضح أعلاه الذي يمثل منحني لمادة نصف مطيلية ذات أساس حديدي المطلوب:

1. **حدد مجال المرونة بالنسبة للمادة.**
2. **حدد مجال اللدونة بالنسبة للمادة.**
3. **حدد أكبر إجهاد تتحمله المادة(حد المتانة) والانفعال الموافق له.**
4. **قيمة الإجهاد الموافق لحد الكسر في المادة(حد الخضوع)** والانفعال الموافق له.
5. **حدد الإجهاد قبل وبعد رفع الحمل عن المادة في النقطة A.**
6. **حدد الانفعال** قبل وبعد رفع الحمل عن المادة في النقطة **A**.



الحل:

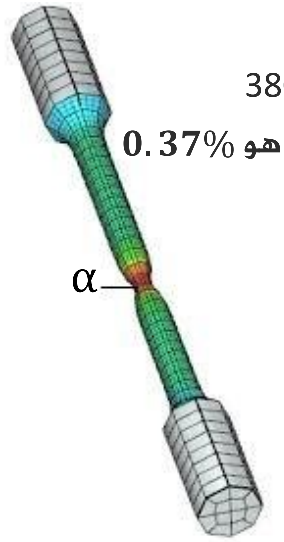
نلاحظ أنه عند النقطة Y يزيد معدل استطالة الجسم بشكل ملحوظ وذلك يعود إلى بداية حدوث تشوه لدن (انزياح في ذرات المعدن): وبالتالي فإن هذا الجسم لن يعود لوضعه الأصلي عند نزع الحمل عنه

وبالتالي:

1. **فإن مجال المرونة بالنسبة للمادة: يبدأ من الصفر انتهاء بالانفعال الموافق للنقطة Y أي إن مجال المرونة $[0-0.002]$.**
2. **إن مجال اللدونة: هو المجال بين الاجهاد الموافق لحد المرونة والإجهاد الموافق لحد الكسر أي إن مجال اللدونة $[0.002-0.35]$.**
3. **إن أكبر إجهاد تتحمله المادة $\delta_{MAX}=\delta_{UTS}$ (ultimate tensil test):**

هو الاجهاد الموافق لنقطة الذروة في المنحني التي يكون خط المماس للمنحني عندها يوازي محور الانفعال (والتي تسمى حد المتانة) أي إن الاجهاد المطلوب هو 450Mpa ولإيجاد الانفعال نسقط النقطة α على محور الانفعال فنجد القيمة تقريبا 0.28%.

<u>ملاحظة</u>: نلاحظ في الشكل البياني أن الإجهاد المطبق عند النقطة α الموافقة لحد المتانة ينقص بعد الوصول إلى نقطة الكسر نتيجة حصول تقعر (تخصور) في مقطع العينة كما في الشكل الآتي.



يكون الإجهاد متركز على موقع التقعر بينما يكون موزع بانتظام على كامل طول العينة قبل التخصور(قبل بلوغها النقطةα)

نلاحظ انتهاء الشكل عند النقطة α وبالتالي انتهاء التجربة وانكسار العينة

ولمعرفة حد الخضوع نسقط النقطة على محور الإجهاد لنجد أن الحد المطلوب هو تقريبا 380 Mpa

ولمعرفة الانفعال الموافق له نسقط النقطة α على المحور الانفعال لنجد أن الانفعال المطلوب هو 0.37%

$$\delta = \frac{F}{A}$$

4. إن الاجهاد الموافق للنقطة Aقبل نزع الحمل عنها يتمثل بمسقط هذه النقطة المحور على الموافق للانفعال الذي يساوي تقريبا $380mpa$

أما بعد نزع الحمل: $\delta = \frac{F}{A} = \frac{0}{A} = 0$

5. إن الانفعال الموافق للنقطة A قبل نزع الحمل عنها يتمثل بمسقط هذه النقطة على المحور الموافق للإجهاد الذي يساوي تقريبا 0.065٪

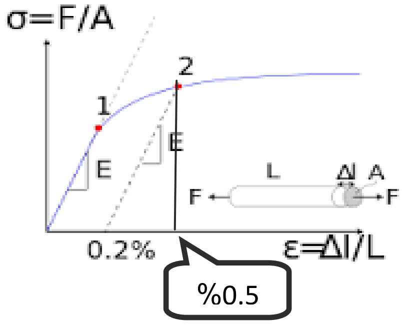
أما الانفعال بعد نزع الحمل: بما أن النقطة Aلا تقع ضمن مجال المرونة فالانفعال لا يكون معدوما لكنه لا يساوي الانفعال قبل نزع الحمل

ولحسابه نرسم منA مستقيما موازيا للمستقيم **Oβ** (مجال الانسياب)

فينتج لدينا الانفعال اللدن ε_{pl} **(plastic)**.

ملاحظة : الانفعال الكلي ε يتمثل بالانفعال قبل نزع الحمل و الذي يمثل مجموع الانفعالين المرن و اللدن أي

$$\varepsilon = \varepsilon el + \varepsilon pl$$



أي إن الانفعال المرن يمثل التناقص بطول العينة عند نزع الحمل منها

والمخطط التالي يوضح ذلك حيث نلاحظ تراجع طول العينة من 0.5 ٪

والتي تمثل الانفعال الكلي إلى 0.2٪ والتي تمثل الانفعال اللدن

ومنه تستنتج أن الانفعال المرن يساوي 0.3٪

➢ <u>طلب إضافي: أوجد معامل المرونة (معامل يونغ).</u>

من الملاحظ في الشكل أن المجال[o-1] من الخط البياني هو مستقيم مار من المبدأ بالتالي معادلته هي $E * \varepsilon = \square$ كما في الشكل أعلاه وهذه المعادلة من شكل قانون هوك و بصورة أخرى فإن $E = \tan\alpha = \frac{\delta}{\varepsilon}$ أي إنها ميل الخط [0-1] و بصورة أفضل فإن $E = \frac{\Delta\delta}{\Delta\varepsilon} = \frac{\delta 2 - \delta 1}{\varepsilon 2 - \varepsilon 1} Mpa$ وتقدر الواحدة ب **Mpa** إذ أن الانفعال ليس له واحدة أي أن

$$E = \frac{200-100}{2{,}8-1{,}4} = 71{,}4Mpa$$

ملاحظة: استخدام قانون الظل $E = \tan\alpha$ يتوجب أن تكون الرسمة دقيقة وذلك لا يتوفر غالبا في المسائل

سؤال ما هو حد الضمان؟
هو قيمة الاجهاد الموافق لنقاط المنحني المقابلة للانفعال المحصور بين
[0.1 0.5٪] وهذه القيمة أتت من النتائج التجريبية

أهم العلاقات الرياضية المستنتجة من اختبار الشد

- الانفعال الهندسي: $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l0} = \frac{l1-l0}{l0} = \frac{l1}{l0} - 1 \qquad \frac{A0}{A1} = 1 + \varepsilon$
- الانفعال الحقيقي (اللحظي): $\omega = \int_{l0}^{l1} \frac{dl}{l} = \ln l1 - \ln l0 = \ln \frac{l1}{l0}$
- التقلص العرضي ≡ النقص بالمقطع≡التقلص الهندسي العادي

$$\exists = -\frac{\Delta A}{A_0} = \frac{A_1 - A_0}{A_0} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} = 1 - \frac{A_1}{A_0} = 1 - \frac{l_1}{l_0}$$

ملاحظة: إشارة الناقص وجدت لمنع الحصول على قيمة سالبة لأن المقطع
يتضيق وبالتالي $A_0 > A_1$

- التقلص الحقيقي:

$$\exists = -\int_{A_0}^{A1} \frac{dA}{A} = -\ln A_1 + \ln A_0 = \ln \frac{A_0}{A_1} = \ln \frac{l_1}{l_0}$$

- مبدأ مصونية المادة :

الحجم لا يتغير بعد الشد وزيادة أحد الأطوال يكون على حساب نقصان غيره

$$V_1 = V_0 \qquad L_0 * A_0 = l_1 * A_1$$

$$\frac{l_1}{l_0} = \frac{A_0}{A_1}$$

معامل بواسون: ويمثل نسبة الانفعال العرضي على الانفعال الطولي

$$\mu = \frac{\exists}{\omega}$$

- ✓ إذا كانت μ تنتمي للمجال الآتي: [0.16 -0,18] فالمادة هشة.
- ✓ و إذا كانت تنتمي للمجال الآتي: [0.25-0.36] فالمادة مطيلية.
- ✓ و إذا كانت أكبر من 0.5 فالمادة مرنة.
- ✓ وهو دوما أقل من الواحد.

انتهت المحاضرة ...

نرجو ان تكونوا قد استفدتم ...